



Generate Collection

Print

L1: Entry 9 of 15

File: EPAB

Nov 30, 1990

PUB-NO: CH000676041A5

DOCUMENT-IDENTIFIER: CH 676041 A5

TITLE: Surveying unit with theodolite and range finder - determines fine coordinates from coarsely determined target points and has light pulse transmitter and receiver

PUBN-DATE: November 30, 1990

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

GUGGENBUEHL, WALTER PROF DR

MATTHIAS, HERBERT PROF DR

CELIO, TINO DR

SCHNEUWLY, BRUNO

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

WILD LEITZ AG

APPL-NO: CH00281088

APPL-DATE: July 22, 1988

PRIORITY-DATA: CH00281088A (July 22, 1988)

INT-CL (IPC): G01C 3/02

EUR-CL (EPC): G01C001/02; G01S017/06, G01S017/88 , G01C015/00

## ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>The theodolite in a position specified by the coarse determination, images the received light pulse on a light responsive array (41), which is connected to an evaluation circuit, for the seaprate evaluation of the image on the array according to the azimuth and the elevation. The transmitters and receivers arranged in theodolites have a largely common beam course. A fish eye objective (65) is provided, to which are assigned a coarse detector (60) and a fine detector (61), and in the beam course of the fine detector the range finder (14) is arranged. The fine detector is provided with a first swivel axis (66) for swivelling in the horizontal plane and with a second swivel axis (67) for swivelling in the vertical plane. ADVANTAGE - Surveying units with theodolite and range finder are improved to give as quick as possible high precision sighting points. Unit is compact contg. simple components to enable line prodn. at corresp. cost.



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 676041 A5

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: G 01 C 3/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 2810/88

②② Anmeldungsdatum: 22.07.1988

②④ Patent erteilt: 30.11.1990

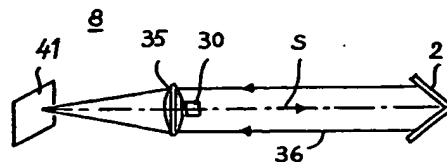
④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 30.11.1990

⑦③ Inhaber:  
Wild Leitz AG, Heerbrugg

⑦② Erfinder:  
Guggenbühl, Walter, Prof. Dr., Stäfa  
Matthias, Herbert, Prof. Dr., Zürich  
Celio, Tino, Dr., Ambri  
Schneuwly, Bruno, Zürich

⑤④ Vermessungseinrichtung zur Koordinatenfeinbestimmung von grob erfassten Zielpunkten.

⑤⑦ Eine Vermessungseinrichtung mit Theodolit und Distanzmesser zur koordinatenmässigen Bestimmung eines Zielpunktes umfasst einen Lichtimpuls-Sender (30), einen Empfänger (35) sowie mindestens ein Zielpunktgerät (2). Ist die Lage des Zielpunktes grob bestimmt, bildet der Theodolit die empfangenen Lichtimpulse (36) auf ein lichtempfindliches Array (41) ab. Das Bild auf dem Array wird nach Azimut und Elevation getrennt ausgewertet. Eine stufenartige Aufteilung des Messablaufes in eine Grob- und eine anschließende Feinmessung vereinfacht die Einrichtung. Die Grobmessung kann relativ schnell und mit einfachen Mitteln durchgeführt werden, während die anschließende Feinmessung keinen Zielsuchvorgang erfordert und die Einrichtung für die Präzisionsvermessung des durch die Grobmessung identifizierten Ziels besonders effektiv ausgelegt werden kann. Es lässt sich eine relative Messgenauigkeit von typisch  $10^{-5}$  entsprechend 3 mm auf 300 m erreichen, bei einer hohen Rauschunterdrückung. Die Einrichtung enthält keine bewegten Teile.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vermessungseinrichtung mit Theodolit und Distanzmesser zur Koordinatenfeinbestimmung eines Zielpunktes, der zuvor eine koordinatenmässige Grobbestimmung erfahren hat, gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Bestimmung räumlicher Zielkoordinaten für die Erfüllung von Vermessungsaufgaben innerhalb eines Zielpunktnetzes ist mit einem erheblichen Zeit- und Personal-Aufwand verbunden. Neuere Entwicklungen gehen in die Richtung von weitgehend automatisierten Messstationen, welche die Messungen in erheblich kürzerer Zeit als bisher üblich sowie mit einer höheren Präzision durchführen können. Zu diesem Zweck sind Systeme zur koordinatenmässigen Grobbestimmung markierter Zielpunkte vorgeschlagen worden, die einen programmgesteuerten und damit automatisierbaren Betrieb zulassen, deren Genauigkeit für Präzisionsvermessungen jedoch unzureichend ist. Grobgenauigkeit bedeutet eine Auflösung, die etwa in der Grössenordnung des Zielpunktkörpers liegt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Vermessungseinrichtungen der eingangs definierten Art dahingehend zu verbessern, dass sie mit den erwähnten Geräten zur Grobbestimmung im Hinblick auf eine möglichst schnelle Ermittlung hochpräziser Zielpunktkoordinaten kombinierbar sind. Die Einrichtung soll kompakt sein und einfache Bauelemente enthalten, die eine Serienfabrikation mit vertretbarem Aufwand ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Vermessungseinrichtung gemäss dem Patentanspruch 1 gelöst.

Der hauptsächliche Vorteil dieser Einrichtung besteht in der sehr hohen Messgenauigkeit von typisch  $10^{-5}$  pro 3 mm auf 300 m. Ein weiterer Vorteil liegt in der Vermeidung bewegter Teile. Ausserdem erreicht die Einrichtung eine sehr hohe Rauschunterdrückung, so dass mit relativ geringen Senderleistungen, z.B. mit Laserdioden und Strahlungsleistungen im Rahmen von Sicherheitsvorschriften, auch auf mittleren Distanzen von typisch 300 m gearbeitet werden kann. Eine stufenartige Aufteilung des Messablaufes in eine Grob- und eine anschließende Feinmessung vereinfacht die Einrichtung. Die Grobmessung kann relativ schnell und mit einfachen Mitteln durchgeführt werden, während die anschließende Feinmessung keinen Zielsuchvorgang erfordert und die Einrichtung für die Präzisionsvermessung des durch die Grobmessung identifizierten Ziels besonders effektiv ausgelegt werden kann. Insgesamt wird dadurch die Messeinrichtung vereinfacht und die Messzeit reduziert.

Einzelheiten und weitere Vorteile der Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Vermessungseinrichtung gemäss dieser Beschreibung,

Fig. 2 die schematische Darstellung der Verbin-

dung zwischen Baugruppen des Messgerätes 1 gemäss Fig. 1,

Fig. 3 die Erläuterung des Sendepinzips für den Sendeteil im Messgerät 1 nach Fig. 1,

Fig. 4 eine prinzipielle Darstellung des Empfängerteils für die Feindetektion von Zielpunkten,

Fig. 5 die mit einem Sender ergänzte Einrichtung nach Fig. 4,

Fig. 6 eine Einrichtung zur kombinierten Grob- und Feindetektion von Zielpunkten, und

Fig. 7 ein weiteres Beispiel für die kombinierte Grob- und Feindetektion von Zielpunkten.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung die Bestandteile der Vermessungseinrichtung, nämlich eine als Basisstation bezeichnete Messstation 1, bestehend aus einem Theodoliten mit kombiniertem Distanzmesser zur Messung von Azimut, Elevation und Distanz. Am Gehäuse 7 der Messstation 1 ist ein drehbarer Messkopf 5 mit einem Sende- und Empfangskopf 8 angebracht. Das komplette Gerät steht auf einem Stativ 6.

Ferner sind an mehreren Zielpunkten Zielpunktgeräte 2 aufgestellt, die im Beispiel aus einer Messlatte 11 mit aufgesetztem Strahlungsreflektor 10 bestehen. Die Zielpunktgeräte 2 können beweglich oder stationär sein. Von stationären, z.B. fest installierten, Zielpunktgeräten sind auch Referenzmessungen zu weiteren Zielpunkten möglich.

Mit der Messstation 1 ist eine Datenstation 3 verbunden, wobei die Verbindung über eine Datenübertragungseinrichtung 4 erfolgen kann. Alternativ kann die Datenstation 3 auch direkt an der Messstation 1 angeordnet oder mit dieser verbunden sein. Die Datenstation 3 enthält mindestens einen Steuerrechner oder zusätzlich einen Rechner zur Verarbeitung der Messdaten sowie Ein- und Ausgabeeinrichtungen. Vorzugsweise ist die Datenstation mit einer Schnittstelle zur Verbindung mit anderen Datenverarbeitungseinrichtungen versehen.

Aufgabe der gesamten Messeinrichtung ist es, die dreidimensionalen Koordinaten der Zielpunkte an den Positionen der Zielpunktgeräte relativ zur Messstation 1 zu ermitteln, um sie in ein Gesamt-Koordinatennetz übertragen zu können.

Die eigentliche Positionsbestimmung von Zielpunkten 2 mit Hilfe der Messstation 1 erfolgt automatisch, wobei während des Messverfahrens das angezielte Zielpunktgerät 2 vorzugsweise identifiziert wird. Dadurch lassen sich Gebiete mit im voraus nicht bekannten Messpunkten netzwerkartig erfassen. Der Messvorgang erfolgt in zwei Phasen, einer Horizontal- oder Azimut-Erkennung und einer Vertikalerkennung unter Messung der Elevation. Dieser Grobdetektion folgt eine Feindetektion zur hochpräzisen Bestimmung der dreidimensionalen Koordinaten einer in der Grobdetektionsphase erfassten Zielpunktgerätes 2.

Die Ansteuerung der Laserdiode 30 erfolgt derart, dass sie Lichtimpulse von gegebener Zeitdauer und mit einer vorgegebenen Impulsfolgefrequenz erzeugt. Bei einer angenommenen Messbereichsgrenze von 300 m beträgt die Laufzeit eines Lichtimpulses vom Sender zum Zielpunktgerät 2 und zurück ca. 2 Mikrosekunden. In praktischen Versu-

chen hat es sich als zweckmässig erwiesen, für die angegebenen Distanzen Impulslängen von etwa 2 Nanosekunden zu wählen. Der Zeitabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Sendepulsen wird unter diesen Voraussetzungen mindestens 2 Mikrosekunden betragen.

Der Empfänger ist mit dem Sender derart gekoppelt, dass während eines bestimmten Abschnittes innerhalb der genannten Zeitspanne der Empfang gesperrt ist, wodurch Störimpulse, die aus dem Umfeld des Zielpunktgerätes 2 stammen, eliminiert werden. Vorzugsweise ist diese Sperrzeitspanne im Empfänger entsprechend der gemessenen Distanz zwischen der Messstation 1 und dem Zielpunktgerät 2 einstellbar, so dass eine zweite oder weitere Messungen mit einer nachgeregelten Sperrzeitspanne durchgeführt werden können, wenn bei einer ersten Messung Störimpulse überlagert sind und zu einer nicht eindeutigen Messung führen sollten.

Gemäss einer weiteren Massnahme zur Unterdrückung von Störungen kann vorgesehen sein, dass nur jene reflektierten Lichtimpulse zur Weiterverarbeitung durch den Empfänger angenommen werden, deren Amplitude einen Mindestwert aufweist, z.B. zwischen 60 und 100% der erwarteten Amplitude der Empfangsimpulse beträgt. Lichtimpulse, deren Amplitude ausserhalb dieses Bereiches liegt, werden als Störimpuls betrachtet und für die Weiterverarbeitung unterdrückt. Als weitere Störunterdrückungsmassnahme können im Empfänger jene empfangenen Impulse unterdrückt werden, deren Impulslänge um mehr als eine vorgegebene Grenzwertabweichung von der Sendepulslänge abweicht.

Zum Lokalisieren eines Zielpunktgerätes 2 werden Lichtimpulse ausgesendet, während der Sende-Empfangskopf 8 um seine vertikale Drehachse in einer horizontalen Ebene dreht. Der Sendestrahl ist dabei vertikal soweit als Fächer 24 aufgespreizt, dass das Fernfeld 34, beispielsweise in einer Entfernung von 300 m eine Höhe von ebenfalls 300 m aufweist. Die Breite des Sendefächers 24 beträgt dabei nur etwa 6 cm. Damit werden auch jene Zielpunktgeräte 2 erreicht, welche sich weit über oder unter dem Horizont der Messstation 1 befinden. Sobald während der Schwenkbewegung einer der Lichtimpulse auf ein Zielpunktgerät 2 auftrifft, erfolgt an dessen Reflektor 10 eine Reflexion des Sendestrahls. Der Sende-Empfangskopf 8 empfängt den reflektierten Impuls und löst programmgesteuert eine Unterbrechung der Suchbewegung aus.

In einer darauf folgenden Vertikal-Detektionsphase wird der Sende-Empfangskopf 8 bei konstanter horizontaler Position in vertikaler Richtung geschwenkt. Gelangt ein vom Zielpunkt kommender Impuls auf den entsprechenden elektrooptischen Wandler, wird die vertikale Schwenkbewegung des Kopfes 8 unterbrochen, und der empfangene Impuls wird hinsichtlich der vertikalen Winkelinformation auf entsprechende Weise ausgewertet, wie für die horizontale Detektion beschrieben. Damit stehen die grobe azimutale und vertikale Lage des Zielpunktgerätes 2 fest. Ergänzt wird diese Messung durch eine Distanzmessung mit dem Distanzmesser 14 zu dem grob angepeilten Zielpunktgerät 2.

Aufgrund des Ergebnisses der Distanzmessung werden die Sende- und Empfangsoptiken 29 und 35 so nachfokussiert, dass am elektrooptischen Wandler 32, der z.B. aus einer Kamera mit einem lichtempfindlichen Array bestehen kann, ein scharfes Bild des Zielpunktgerätes entsteht. Sind die Zielpunktgeräte 2 mit unterscheidungs-fähigen, vom elektrooptischen Wandler 32 lesbaren Merkmalen versehen, lässt sich eine Identifikation durch Auswertung solcher Merkmale im Auswertegerät oder im Computer 15 durchführen.

Anhand der Figur 2 werden im folgenden Einzelheiten sowie die Arbeitsweise der Messstation 1 beschrieben. Der Messkopf 5 ist in der horizontalen Ebene schwenkbar, wobei seine Lage von einem horizontalen Teilkreis 16 mit Hilfe einer Ableseeinrichtung, z.B. einer photoelektrischen Vorrichtung mit einer Lichtquelle 17 und einem Photoelement 18, erfasst wird. Diese Positionsdaten über die Lage des Messkopfes 5 werden über eine Leitung 19 an den Computer 15 weitergeleitet. Über eine Leitung 21 werden entsprechende Nachführsignale über einen Motorverstärker 22 an einem Stellantrieb 23 gegeben, der z.B. aus einem Schrittschaltmotor bestehen kann. Der Stellantrieb 23 dient zur Positionierung des Messkopfes 5 in der horizontalen Ebene. Er stellt damit den Azimutantrieb dar. Nach dem gleichen Prinzip arbeitet ein Elevationsantrieb, der in Figur 2 nicht dargestellt ist. Durch ihn ist der Sende-Empfangskopf 8 in der vertikalen Ebene bewegbar.

Der Sende-Empfangskopf 8 enthält einen elektronischen Theodolit 13 und einen Distanzmesser 14. Unter Einfluss eines Steuerungsprogramms im Computer 15 wird der Sende-Empfangskopf 8 so lange in der horizontalen und vertikalen Ebene bewegt, bis der Sendestrahl S auf ein Zielpunktgerät 2 trifft und der von diesem reflektierte Strahl vom Empfangsteil des Theodoliten 13 detektiert wird. Das empfangene Signal wird über eine Leitung 25 und einen Empfangsverstärker 26 dem Computer 15 zugeleitet.

Dort werden die empfangenen Signale mit den Nachführwerten für Azimut und Elevation aus der Positionssteuerung des Sende-Empfangskopfes 8 in Beziehung gebracht. Schliesslich werden daraus die gewünschten Messwerte abgeleitet. Zur Vervollständigung der Positionssteuerung für den Sende-Empfangskopf 8 ist in Figur 2 ein Verbindungspfad 27 zwischen den Leitungen 21 und 25 angedeutet, der zur Übertragung von Stoppimpulsen dient, sobald ein zugelassenes Empfangssignal festgestellt wurde.

Vom Distanzmesser 14 wird nun die Distanz zwischen dem Messkopf 5 und dem angepeilten Zielpunktgerät 2 erfasst. Die gewonnenen Daten werden ebenfalls über Leitung 25 an den Computer 15 übermittelt.

In Figur 3 sind die wesentlichen Elemente des Sendeteils aus dem Sende-Empfangskopf 8 dargestellt. Der Sendeteil enthält eine Lichtquelle, im Beispiel eine Laser-Lichtquelle 30 zur Aussendung eines stark gebündelten Strahls. Der Lichtstrahl passiert eine anamorphotische Optik 29, welche eine starke Auffächerung des Lichtstrahls in einer Rich-

tung, in diesem Fall in vertikaler Richtung, bewirkt. In horizontaler Richtung behält der Lichtstrahl seine ursprüngliche Fächerbreite im wesentlichen bei. Das Auffächerungsverhältnis beträgt im Beispiel 1:20. Der entstehende Fächer 24 ist aus der perspektivischen Darstellung in Fig. 3 zu erkennen.

Die wirksame Fläche 31 der Laserlichtquelle 30, wie sie vom angepeilten Zielpunkt 2 aus gesehen wird, ist in Figur 3 in einem Bild 28 gezeigt. Die Fläche 31 hat die Form eines hochkant gestellten Rechtecks. Des weiteren sind in Figur 3 das vom Fächer 24 erfassbare Nahfeld 33 sowie das Fernfeld 34 angedeutet, welche die äusseren Begrenzungen für eine sichere Zielpunkterkennung darstellen. Das Nahfeld 33 ist im dargestellten Beispiel etwa 3 m von der Optik 29 entfernt, während die Distanz zwischen dem Nahfeld 33 und dem Fernfeld 34 im Beispiel etwa 300 m beträgt. Der Pfeil H deutet die horizontale Schwenkbewegung des Sende-Empfangskopfes 8 an.

Ausser diesem Teil für die Horizontaldetektion weist der Empfangsteil des Sende-Empfangskopfes 8 einen Vertikaldetektor auf, welcher ähnlich aufgebaut ist. Zur Bildung eines horizontalen Sendefächers, der die Form des Objektfeldes bestimmt, dient der bereits besprochene Sender gemäss Figur 3. Wird dieser Sender um 90 Grad gedreht, sind der Sendefächer 24 und damit das Objektfeld horizontal aufgefächert. Dieser Fächer wird zur Bestimmung der Elevation vertikal geschwenkt. Empfängerseitig ist die Anordnung richtungsempfindlicher Teile entsprechend angepasst. Diese Anordnung zur vertikalen Detektion wird sonst gleich eingesetzt wie die zuvor beschriebene Anordnung für die horizontale Grobdetektion. Auch der vertikale Detektor ist im Sende-Empfangskopf 8 eingesetzt.

Von einer derartigen Einrichtung, lassen sich durch aufeinander folgende Winkelmessungen Azimut und Elevation für bestimmte Zielpunkte grob bestimmen. Eine ergänzende Distanzmessung erlaubt die automatische Errechnung der groben Zielpunktkoordinaten. Mit der gleichen Einrichtung ist auch eine Zielfidentifikation möglich, wodurch ein unbenannter Betrieb der Messstation 1 ermöglicht wird.

Für die im folgenden beschriebene Vermessungseinrichtung geht es darum, grob ermittelte Koordinaten durch eine Feinmessung zu ergänzen und damit die Messgenauigkeit um einige Grössenordnungen zu erhöhen.

Figur 4 zeigt wesentliche Teile des Sende-Empfangskopfes 8, welche zur empfängerseitigen Feindetektion eines Zielpunktgerätes 2 geeignet sind. Sie dienen der Feinbestimmung eines vom Zielpunktgerät 2 reflektierten Strahls 36. Der Empfänger ist mit einer Empfangsoptik 35 versehen. Ihr ist als elektrooptischer Wandler eine Kamera 40 mit einem Array 41 aus lichtempfindlichen Elementen 42 nachgeordnet.

In der Bildebene der Kamera 40 bildet sich der empfangene Strahl 36 als Lichtfleck 39 ab. Sobald dieser Lichtfleck 39 auf dem Array 41 erscheint, bedeutet dies für eine dem Computer 15 zugeordnete Erkennungsschaltung grundsätzlich, dass ein Zielpunktgerät 2 durch Bewegung des Sende-Emp-

fangskopfes 8 in der horizontalen Ebene angezielt worden ist. Dem schliesst sich später, nach vollständiger Azimut-, Elevations- und Distanzmessung in einer zweiten Stufe eine Feinerkennung an.

Wie in Fig. 4 angedeutet, ist die Fläche des Arrays 41 grösser als die Fläche des Lichtflecks 39, damit der empfangene Strahl 36 auch dann auf dem Array 41 vollständig abgebildet wird, wenn der Empfangsstrahl um einen gewissen Betrag aussermittig auf dem Array 41 auftrifft.

Die Photoelemente 42 sind mit identifizierbaren Anschlüssen an eine Auswerteschaltung in der Messstation 1 versehen, die zur Verarbeitung der elektrischen Signale von den Elementen 42 dienen. Aus der bekannten Lage jedes der Photoelemente 42 innerhalb des Arrays 41 lässt sich die Lage des Lichtflecks 39 auf dem Array 41 ermitteln. Ausserdem lässt sich auch die Form des Lichtflecks 39 ermitteln, indem Paare von benachbarten Photoelementen 42 gesucht werden, von denen das eine Photoelement 42 beleuchtet und das andere nicht beleuchtet wird. Eine derartige Kontrastdetektion gibt Auskunft über den Verlauf der Kontur des Lichtflecks 39. Die erhaltenen Signale werden in einer Auswerteschaltung bzw. direkt im Computer 15 ausgewertet.

Mit Hilfe der Empfangsoptik 35 lässt sich das auf die Bildfläche 41 der Kamera 40 fallende Licht derart fokussieren, dass auf der Bildfläche 41 der Kamera die aktive Fläche 31 der Lichtquelle 30 abgebildet wird. Dabei ist die aktive Fläche 31 der Lichtquelle 30 mitbestimmend für die Form des Lichtflecks 39 auf dem Array 41.

In Figur 5 ist eine weitere Anordnung zur Feindetektion gezeigt, welche im wesentlichen derjenigen nach Figur 4 entspricht, welche jedoch die Sende-Lichtquelle 30 im kombinierten Sende-Empfänger-Strahlengang enthält. Die Lichtquelle 30 befindet sich zwischen der Empfangsoptik 35 und dem Zielpunktgerät 2, so dass der Sendestrahls S zunächst direkt zum Zielpunktgerät 2 gelangt. Von diesem wird der Strahl zum Sende-Empfangskopf 8 der Messstation 1 reflektiert. Dort trifft der reflektierte Strahl 36, nachdem er die Empfangsoptik 35 passiert hat, auf das Array 41 der Kamera 40.

Der geschilderte Detektionsablauf geschieht in zwei Sequenzen: die erste dient zur Erfassung des Azimuts bei Drehung der Geräteachse in der horizontalen Ebene mit einem vertikal aufgefächerten Sendestrahls, und in einer zweiten Phase zur Erfassung der Elevation mit horizontal aufgefächertem Strahl. Um das Auftreffen des Lichtflecks 39 auf den Empfangsarray 41 auch bezüglich des Höhenwinkels sicherzustellen, ist es erforderlich, die Geräteachse auf den Reflektor 10 des horizontal angepeilten Zielpunktgerätes 2 auch vertikal nachzuführen.

In Figur 6 ist ein Ausführungsbeispiel für einen Sende-Empfangskopf 8 gezeigt, der mit relativ wenigen Bauteilen durch Mehrfachausnutzung einzelner Elemente eine kombinierte Horizontal wie auch Vertikal-Grobdetimmung und eine anschliessende Feinbestimmung ermöglicht. In der Figur ist die Objektebene 45 in einer in die Zeichenebene gedreh-

ten Stellung dargestellt. Die Grenzen der Objektebene 45 sind durch die Querschnittsform des Sendefächers 24 bestimmt. In der spiegelnden Oberfläche des Zielpunktgerätes 2 wird ein Ausschnitt 311 aus der den Lichtstrahl abstrahlenden Oberfläche 31 gemäss Figur 3 der Laserlichtquelle 30 reflektiert. Dieser Ausschnitt 311 erzeugt den Empfangsstrahl 36 im Sende-Empfangskopf 8.

Ein halbdurchlässiger Spiegel 51 steht unter einem Winkel von etwa 45 Grad zur optischen Achse des Kopfes 8. In der Verlängerung der Richtung des Empfangsstrahls 36, der mit der optischen Achse des Kopfes 8 zusammenfällt, befinden sich hinter dem Spiegel 51 die Empfangsoptik 35 und dann ein zweiter halbdurchlässiger Spiegel 52, der ebenfalls unter einem Winkel von etwa 45 Grad zur optischen Achse steht. Der zweite Spiegel 52 spaltet das ankommende Strahlenbündel 36 in eine direkte Komponente 361 und in eine um 90 Grad abgelenkte Komponente 362. Die direkte Komponente 361 gelangt zu der Kamera 40 für die Feindetektion hinter dem zweiten Spiegel 52. Der abgelenkte Strahl 362 passiert eine Empfangsblende 37V und gelangt zum Wandler 32V der Anordnung für die vertikale Grobdetektion.

Über den ersten halbdurchlässigen Spiegel 51 ist ein weiterer Zweig des Sende-Empfangskopfes 8 angeschlossen. Dieser Zweig beginnt mit der Optik 29, die im Beispiel als Anamorphot ausgebildet ist. Auf diese anamorphotische Optik 29 folgt ein dritter halbdurchlässiger Spiegel 53, der ebenfalls unter 45 Grad zur optischen Achse steht. Über diesen dritten Spiegel 53 wird die Lichtquelle 30 eingelenkt. Die Laserlichtquelle 30 erzeugt den Sendestrahls S, welcher durch die anamorphotische Optik 29 vertikal aufgefächert wird. Hinter dem dritten halbdurchlässigen Spiegel 53 befinden sich eine Empfangsblende 37H und ein optoelektrischer Wandler 32H für die horizontale Grobdetektion. Die beiden Wandler 32V und 32H sowie die Kamera 40 sind an die Auswerteschaltung der Einrichtung angeschlossen.

Vorteilhaft ist dabei, dass der gleiche Empfangsstrahl 36, der zunächst für die Grobdetektion ausgewertet wird, anschliessend in der Auswertekamera 40 zur Herleitung von Signalen für die Feindetektion herangezogen wird.

In Fig. 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einem strahlauffächernden Objektiv gezeigt. Es handelt sich um ein Fischauge-Objektiv, welches im vorliegenden Fall mit zwei optoelektrischen Wandlern 60 und 61 kombiniert ist. Der erste Wandler 60 für die Grobdetektion enthält in einer Ebene 62 ein photoelektrisches Array 63. Das Array 63 besteht aus ringförmig um ein Zentrum 64 angeordneten lichtempfindlichen Elementen. Aus der bekannten Lage jedes der lichtelektrischen Elemente auf dem Array 63 lässt sich mit einer angeschlossenen Auswerteschaltung die Lage von Lichtsignalen auf dem Array ermitteln. Das Fischauge-Objektiv 65 befindet sich über dem Array und parallel dazu.

Das von einem Zielpunktgerät 2 kommende Licht wird vom Objektiv 65 auf das Array 63 projiziert, wie dies durch die Strahlen 69 angedeutet ist. Der Azimutwinkel  $\alpha$  des Messpunktes vom Ziel-

punktgerät 2 relativ zur Messstation 1 liegt auf dem Array zwischen einer Bezugslinie 76 und einer Linie, welche durch die Mitte 64 des Array 63 und durch den von der Laserlichtquelle 30 erzeugten Lichtfleck 70 auf dem Array 63 hindurchgeht. Die Bezugslinie geht durch das Zentrum 64 des Arrays 63 sowie durch einen Bezugspunkt ausserhalb der Messstation 1, auf den man sich vor Beginn der Messung eingemessen hat. Der Wert für den Winkel  $\alpha$  wird in der angeschlossenen Auswerteschaltung bzw. im Computer 15 anhand der vom Array 63 gelieferten Signale errechnet.

Die Entfernung R des Lichtflecks 70 vom Zentrum 64 des Arrays 63 liefert die Elevation  $\beta$  des Zielpunktgerätes 2 in Bezug auf die Messstation 1. Auch dieser Wert wird durch Auswertung des beleuchteten Musters auf dem Array 63 in nachgeschalteten Auswerteschaltungen gewonnen.

Der Feindetektor 61 enthält beispielsweise eine Einrichtung nach Fig. 4, welche schwenkbar in einer horizontalen Ebene angeordnet ist, was durch die Achse 66 angedeutet ist. Um die Anordnung auch in vertikaler Richtung schwenkbar zu machen, ist eine horizontal verlaufende strichpunktiert eingezeichnete Schwenkachse 67 vorgesehen.

Aufgrund der zuvor grob ermittelten Werte  $\alpha$  für den Azimut und  $\beta$  für die Elevation des anvisierten Zielpunktes werden in der Figur nicht eingezeichnete Stellantriebe des Feindetektors 61 aktiviert, so dass sich der Feindetektor 61 auf das betreffende Zielpunktgerät 2 ausrichtet. Mit Hilfe des Distanzmessers 14 wird die Distanz zwischen Messstation 1 und dem Zielpunktgerät 2 gemessen. Aufgrund des gemessenen Distanzwertes wird die Empfangsoptik 35 so eingestellt, dass der Zielflektor 10 bzw. mit dem nächsten Laserimpuls die Lichtquelle 30 auf dem Array 41 des Feindetektors abgebildet wird. Der Lichtimpuls erscheint als Lichtfleck 71. Nach Auswertung der entstehenden Wandler-Signale ergibt sich das Resultat der Feinmessung aus der Lage des Lichtflecks 71 auf dem Array 41. Diese Resultate werden als Korrekturwerte mit den zuvor ermittelten Werten für die Grobmessung verknüpft.

Daraus werden auf dem Wege der Signalverarbeitung die präzisen Angaben über die Position des anvisierten Zielpunktgerätes 2 gewonnen.

Der in diesem Beispiel mit dem Feindetektor gekoppelte Distanzmesser 14 ist nicht nur zur Messung der Distanz zwischen dem Messgerät 1 und dem Zielpunktgerät 2 ausgebildet, sondern zusätzlich zur Identifikation der Zielpunktgeräte 2 anhand bestimmter Zielgeräte-Merkmale. Der Distanzmesser ist dazu mit einem Lichtempfänger ausgestattet, der zum Erkennen von charakteristischen Merkmalen dient, die den Messimpulsen z.B. vom Reflektor am Zielpunktgerät 2 aufgeprägt werden.

#### Patentansprüche

1. Vermessungseinrichtung mit Theodolit und Distanzmesser zur Koordinatenfeinbestimmung eines Zielpunktes, der zuvor eine koordinatenmässige Grobestimmung erfahren hat, mit einem Lichtimpuls-Sender und einem Empfänger sowie mit minde-

stens einem Zielpunktgerät, dadurch gekennzeichnet, dass der Theodolit in einer durch die Grobbestimmung vorgegebenen Position die empfangenen Lichtimpulse auf ein lichtempfindliches Array (41) abbildet, welches an eine Auswerteschaltung (15) zur getrennten Auswertung des Bildes auf dem Array nach Azimut und Elevation angeschlossen ist.

5

2. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Theodoliten angeordnete Sender und Empfänger einen weitgehend gemeinsamen Strahlengang aufweisen (Fig. 6).

10

3. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass empfängerseitig ein Fischaugen-Objektiv (65) vorgesehen ist, dem ein Grobdetektor (60) und ein Feindetektor (61) zugeordnet sind und dass im Strahlengang des Feindektors der Distanzmesser (14) angeordnet ist.

15

4. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Feindetektor (61) mit einer ersten Schwenkachse (66) zum Schwenken in der horizontalen Ebene und mit einer zweiten Schwenkachse (67) zum Schwenken in der vertikalen Ebene versehen ist.

20

5. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Signalverarbeitungsmittel (15) zum Verknüpfen der Messresultate des Feindektors (61) mit denjenigen des Grobektors (60) vorgesehen sind.

25

6. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine vom Sender gesteuerte empfängerseitige Sperrkopplung zur Sperrung des Empfängereneingangs während der Lichtimpuls-Pausen vorgesehen ist.

30

7. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine den Lichtimpuls-Pausen entsprechende Sperrzeitspanne abhängig von der Zieldistanz einstellbar ist.

35

8. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger mit einer amplitudenbegrenzten Sperre versehen ist, zur Unterdrückung von Impulssignalen mit schwächerer als der eingestellten Amplitude.

40

9. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Empfänger eine Sperre zur Unterdrückung von Eingangsimpulsen vorhanden ist, deren Impulsdauer ausserhalb eines als zulässig gewählten Bereiches liegt.

45

10. Vermessungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Distanzmesser (14) an eine Erkennungsschaltung zur Identifikation des anvisierten Zielpunktgerätes anhand bestimmter Zielpunktgeräte-Merkmale angeschlossen ist.

50

55

60

65

6

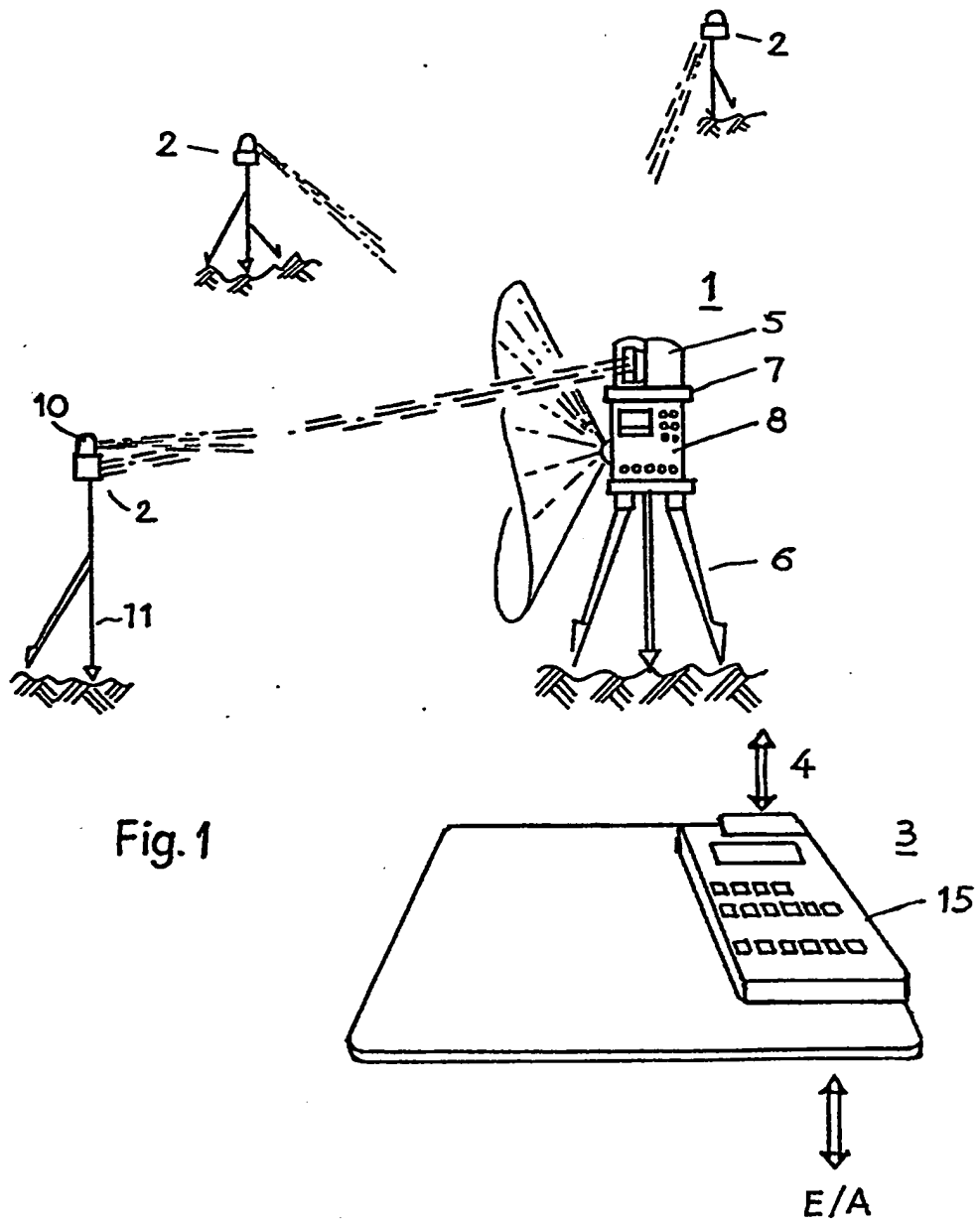




Fig. 2

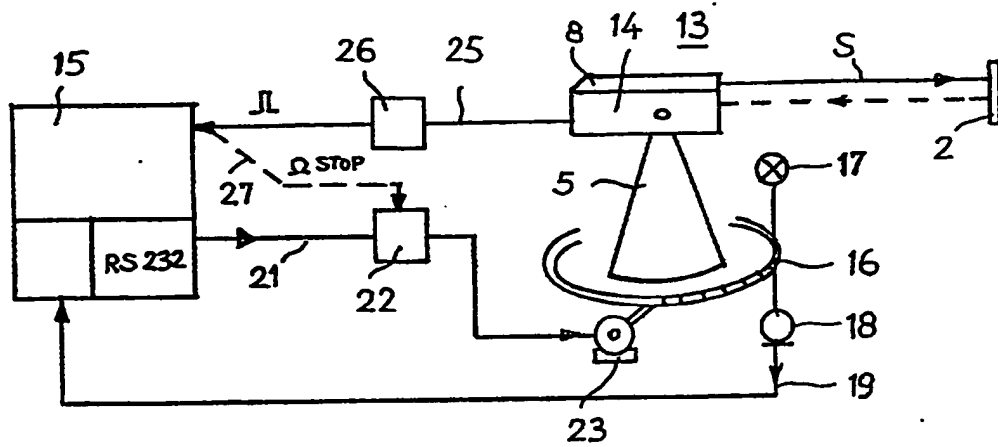
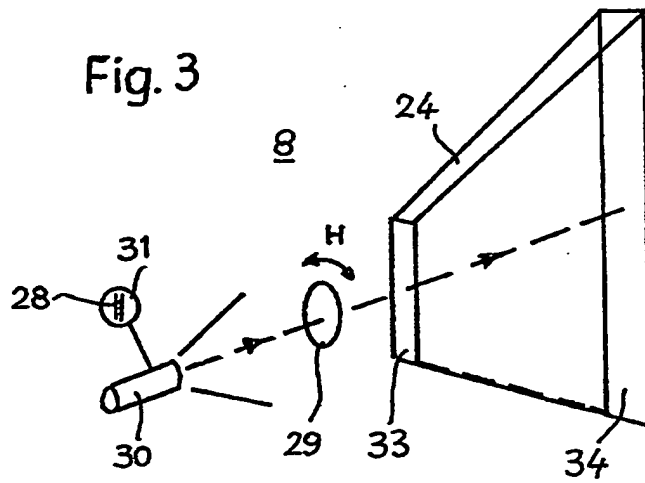
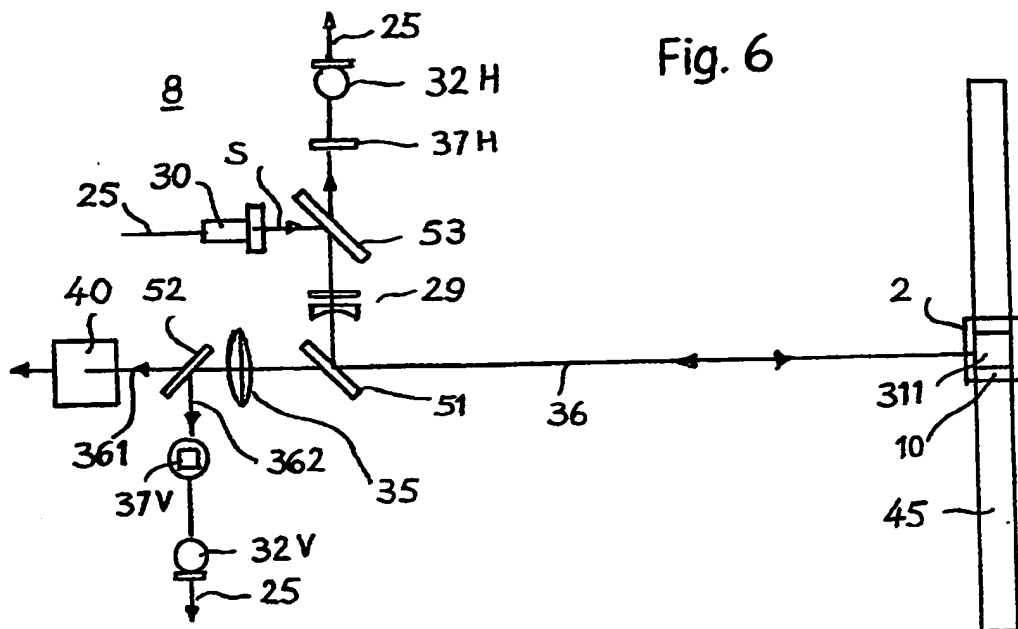
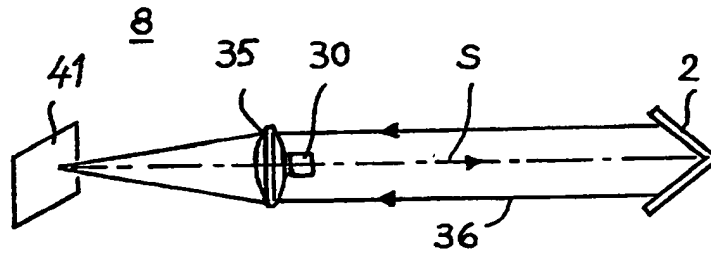
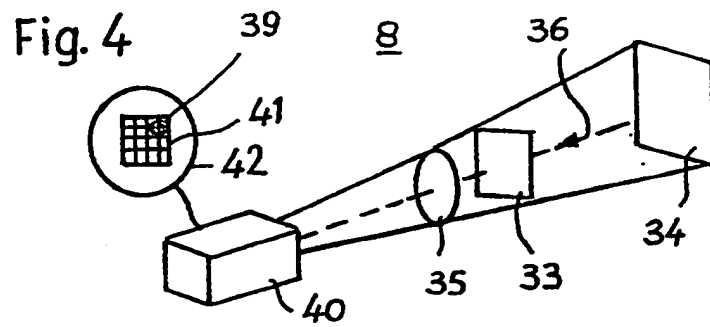
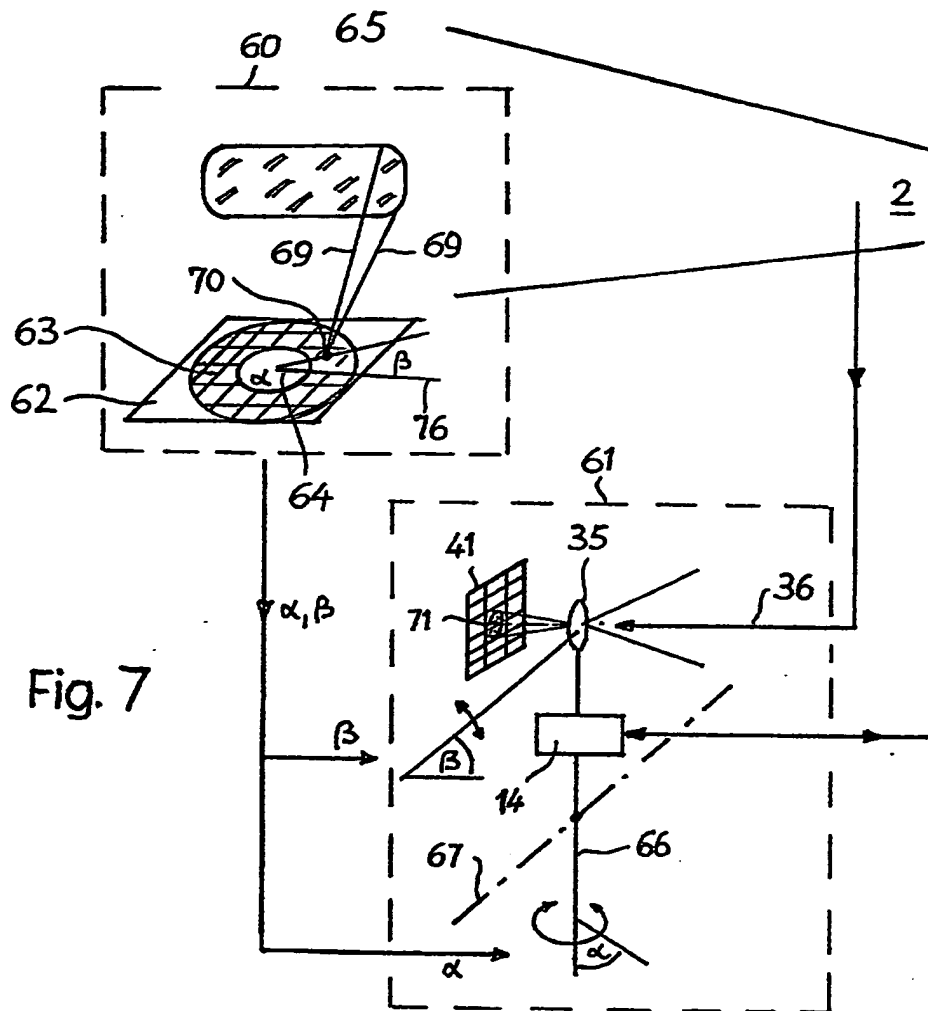


Fig. 3







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**